



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joona Luomala

ROBOTTISOLUN LAYOUT-MUUTOS

Suunnittelu ja mekaaniset muutokset

Tekniikka
2019

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joona Luomala
Opinnäytetyön nimi	Robottisolun layout-muutos
Vuosi	2019
Kieli	suomi
Sivumäärä	34
Ohjaaja	Marko Rantasalo

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella jo olemassa olevalle robottisolulle layout-muutos. Yritys, jossa työskentelen, on muuttamassa uusiin toimitiloihin ja tällöin tuli tarve muuttaa robottisolun layout. Työn tilaajana toimi Piristeel Oy.

Muutostöihin sisältyi, rullakuljettimien mekaaniset muutokset, ohjelmoitavan logiikan muutokset, sekä robottien ohjelmointi ja paikoitus. Layoutin pienentyessä, antureita, rullakuljettimia ja niiden moottoreita jäi ylimääräiseksi, siksi myös ohjelmoitava logiikka tarvitsi muutoksia.

Muutostöiden jälkeen robottisolu palvelee yrityksen tämän hetkisiä tarpeita paremmin. Robottisolu muokattiin vanhoissa toimitiloissa, jonka jälkeen suoritettiin testiajo ja kuljetus Kauhavalle uusiin toimitiloihin.

Projekti eteni aikataulun mukaisesti. Vähäisiä ongelmia tuotti kuljetinratojen ohjelmoitava logiikka, koska robottisolun layout pienentyi niin paljon, antureita ja ratojen moottoreita jäi logiikasta pois juuri tästä syystä. Robottisolun muutos tavoitteissa onnistuttiin hyvin, kun solu palvelee toimeksiantajaa paremmin ja tuotto kasvoi.

ABSTRACT

Author	Joona Luomala
Title	Modification of a Robot Unit Layout
Year	2019
Language	Finnish
Pages	34
Name of Supervisor	Marko Rantasalo

The topic of this thesis was to design a new layout for robot manufacturing unit for Piristeel Oy's relocated factory in Kauhava. This relocation and new smaller production area of the factory created a need also to make the robot unit more compact and make it more suitable for the current manufacturing needs of Piristeel Oy.

The layout changes include mechanical change of roller conveyor, updating of PLC programs, reprogramming of robots and relocating them in the new production facility. The actual modification of the robot unit was done and pretested in the old production factory. After the tests were completed, the robot unit was shipped to the new factory for installation.

The project was implemented in schedule, although the smaller production area in the new factory caused some minor issues in the layout design and the PLC reprogramming of roller conveyors. Overall, the project objectives were achieved, and it is already visible that this layout change has improved the productivity of robot unit compared to the old unit and serves better current needs in Piristeel's production.

Keywords	Robot unit, modification, layout, PLC programs
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	7
2	PIRISTEEL OY	8
	2.1 Yrityksen tuotteet	8
	2.2 Yrityskaupat	9
3	TEORIAA ROBOTEISTA.....	10
	3.1 Teollisuusrobottien historiaa.....	10
	3.2 Teollisuusrobotit nykypäivänä.....	10
	3.3 Solussa käytettävät robotit, johon työssä perehdytään	11
	3.4 Fanuc M-710ic tekniset tiedot	12
4	LAYOUT-MUUTOKSET	13
	4.1 Valmiiden tuotteiden kuljettimien muutokset.....	14
	4.2 Aihiolavakuljettimien muutokset.....	16
5	KULJETTIMIEN ANTURIEN SJOITTAMISEN SUUNNITTELU JA ASENNUS	18
	5.1 Ohjelmoitavan logiikan toimintaperiaate.....	18
	5.2 Anturien paikoitus layout-kuvassa.....	20
	5.3 Antureiden ohjaus	20
	5.4 Moottoreiden ohjaus	21
	5.5 Ohjelmoitavan logiikan muutokset.....	23
6	ROBOTTISOLUN PAIKOITUS UUSISSA TOIMITILOISSA	25
	6.1 Robottien paikoitus	25
	6.2 Kuljetinratojen paikoitukset.....	26
7	KAMERATELINEEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	27
	7.1 Käytettävät materiaalit	27
	7.2 Kameratelineen sijoittaminen solussa.....	27
	7.3 Mallinnuskuva telineestä ja paikoituksesta.....	27
8	OHJELMOITAVAN LOGIIKAN TESTIAJO ROBOTTISOLUSSA	29

8.1	Testiajo.....	29
8.2	Testiajon yhteenveto	29
9	ROBOTTISOLUN PARANNUSEHDOTUKSET	30
9.1	Robotin tarttujen muutokset.....	30
9.2	Aihiokuljettimen muutokset.....	30
9.3	Ohjelmamuutokset	31
9.4	Pohdintaa.....	31
10	OPINNÄYTETYÖN YHTEENVETO	32
	LÄHTEET	34

LIITTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Piristeel Oy:n valmistamia lumiestekiinnikkeitä.	9
Kuva 2. Robottien sijoitukset solussa.....	11
Kuva 3. Robotin nivelien sijainti.....	12
Kuva 4. Vanhan hallin robottisolun layout.....	13
Kuva 5. Uuden hallin robottisolun layout.	14
Kuva 6. Kuljettimet vanhan layoutin mittojen mukaisesti.	15
Kuva 7. Kuljettimet uuden layoutin mittojen mukaisesti.	16
Kuva 8. Uuden layoutin mittojen mukaisesti toteutetut aihiolavakuljettimet.	17
Kuva 9. Anturien ja valoverhojen paikoitus uudessa layout- kuvassa.	20
Kuva 10. Antureiden ohjaus symbolit vanhan layoutin mukaisesti.	21
Kuva 11. Antureiden ohjaus symbolit uuden layoutin mukaisesti.	21
Kuva 12. Moottoreiden ohjaus symbolit alkuperäisen layoutin mukaisesti.....	22
Kuva 13. Moottoreiden ohjaus symbolit alkuperäisen layoutin mukaisesti.....	22
Kuva 14. Moottoreiden ohjaus symbolit uuden layoutin mukaisesti.	22
Kuva 15. Uusi ohjelmoitava logiikka.....	23
Kuva 16. Uusi ohjelmoitava logiikka.....	24
Kuva 17. Robottien paikoitukset.	25
Kuva 18. Kuljetinratojen paikoitus.	26
Kuva 19. Kameratelineen paikoitus.	28

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä perehdytään robottisolun muutostöihin ja muutostöiden suunnitteluun. Työ valmistui yhteistyössä Piristeel Oy:n kanssa. Yrityksen muuttaessa uusiin toimitiloihin Kauhavalle, tuli tarve päivittää nykyistä robottisolua palvelemaan yrityksen tarpeita paremmin. Opinnäytetyössä käydään läpi yrityksen historiaa, robottien teoriaa, layout muutokset, ohjelmoitavien logiikoiden muutokset, sekä robottien ohjelmointia ja paikoituksia.

Robottisolun muutostöistä pidettiin palaveri helmikuussa 2019, jossa sovittiin töiden alkamisesta, muutostöiden eri vaiheista, sekä aikatauluista. Palaverissa käytiin läpi myös työn laajuus, ja mistä olisi järkevää raportoida opinnäytetyöhön, ettei se muuttuisi liian laajaksi. Tämän jälkeen olin yhteydessä kouluun saadakseni hyväksynnän aiheeseen. Samalla minulle määrättiin ohjaava opettaja, joka antoi hyväksynnän työlle.

Muutostyöt aloitettiin nopealla aikataululla, koska yrityksen muutto tapahtui kevään ja kesän 2019 aikana.

2 PIRISTEEL OY

Piristeel Oy on Suomen johtava sadevesijärjestelmien, tikkaiden ja kattoturvatuotteiden valmistaja.

Pohjalaisen perheyriksen tarina sai alkunsa vuonna 1974 Kivijärvellä kun, Pentti Piri aloitteli toimintaa kiertävänä kauppiana. 80-luvulla tuotannon tehostuessa ja yrityksen kasvaessa oli aika muuttaa isompiin tiloihin Lapualla. Tänä päivänä yritys työllistää jo 80 henkilöä ja toimitiloja on yli 12 000 neliömetrin edestä, Kolmella eri tuotantolaitoksella, jotka sijaitsevat Lapualla ja Kauhavalla.

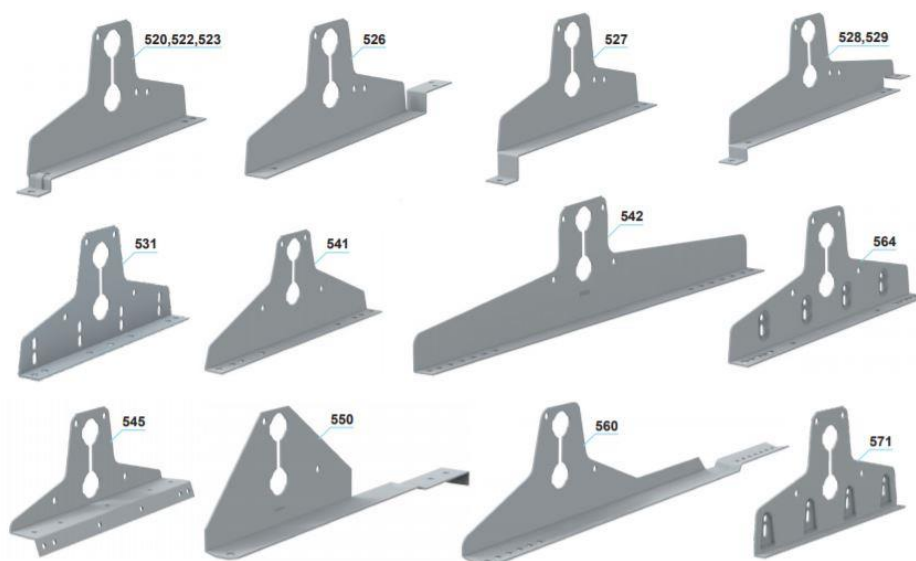
Oma tuotekehitys on ollut yrityksen intohimo alkutaipaleelta saakka. Tuotevalikoima on laajentunut alun pyykinkuivaustelineistä ja tikasrungoista /1/.

2.1 Yrityksen tuotteet

Yritys valmistaa sadevesijärjestelmiä, tikastuotteita, lumiesteitä, kattosilloja, koururainoja, peltikeloja, sekä kourukoneita. Yrityksen tuotteet tunnetaan Pisko-brändistä.

Pisko-tuotteet on suunniteltu niin että niiden asennus on helppoa ja turvallista. Tuotteiden elinkaari on pitkä ja soveltuvuus pohjoismaisiin vaativiin olosuhteisiin erinomainen. Tuotetestausta tehdään useammin kuin standardit vaativat /2/. Kuvasta (**Kuva 1.**) nähdään joitain yrityksen valmistamia lumiestekiinnikkeitä.

Lumiestekiinnikkeet



Kuva 1. Piristeel Oy:n valmistamia lumiestekiinnikkeitä.

2.2 Yrityskaupat

SSAB:n tytäryhtiö Ruukki Construction on sopinut ostavansa Kauhavalla ja Lapualla toimivan Piristeel Oy:n osake-enemmistön. Yritysjärjestelyssä 67 prosenttia eteläpohjalaisyrittäjien osakkeista siirtyy Ruukki Constructionin omistukseen.

Yhtiö jatkaa toimimista omalla brändillään Ruukki Constructionin osana.

Piristeel Oy on Suomen johtava kattoturvatuotteiden ja sadevesijärjestelmien valmistaja. Yhtiön liikevaihto oli viime vuonna noin 20 miljoonaa euroa.

Vuoden 2019 aikana yrityksen tuotanto keskitetään yhteen tuotantolaitokseen Kauhavalle.

SSAB kertoo tiedotteessaan, että yritysjärjestely tukee Ruukki Constructionin katoliiketoiminnan kasvustrategiaa sekä samalla SSAB:n pohjoismaisen kotimarkkina-aseman vahvistamista /3/.

3 TEORIAA ROBOTEISTA

3.1 Teollisuusrobottien historiaa

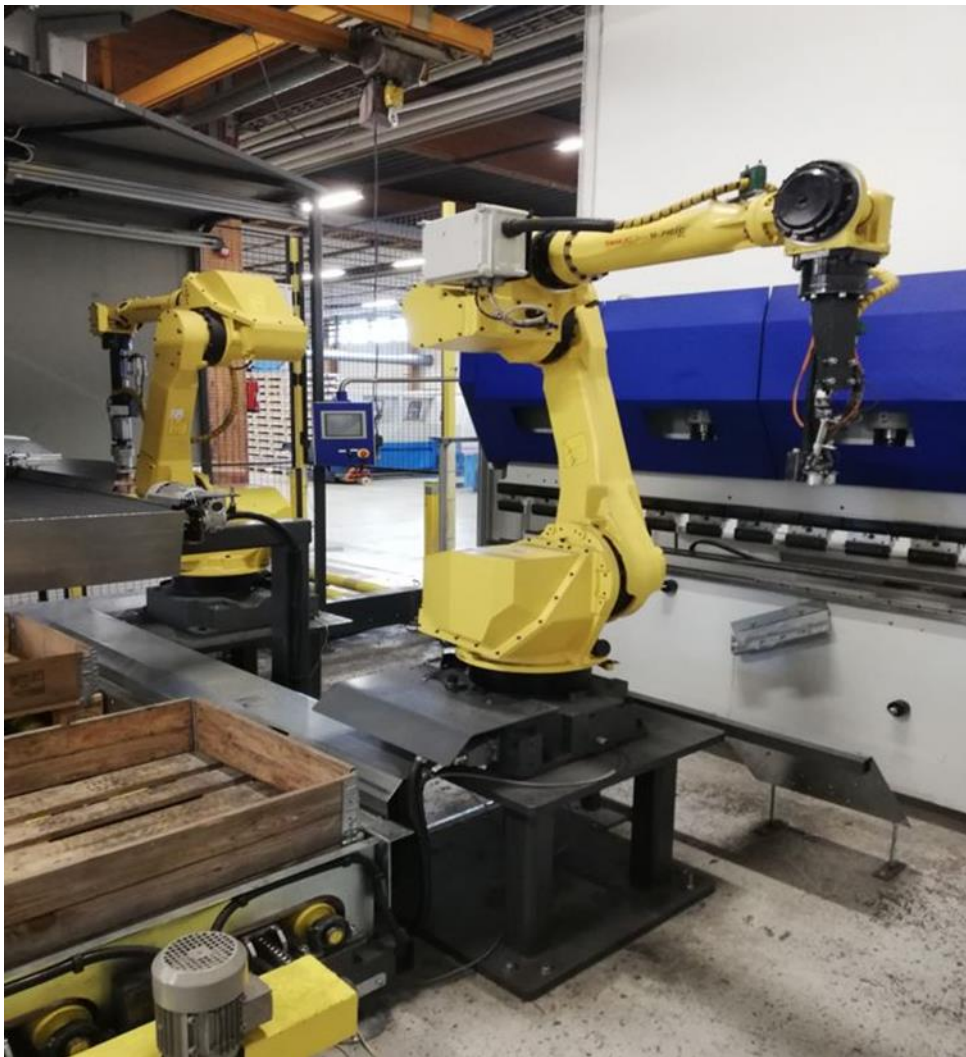
Teollisuusrobottien kehitys aloitettiin 1960-luvulla Yhdysvalloissa. Edelläkävijänä teollisuusrobottien kehittämisessä toimi Unimation Incorporation, joka toi Unimate 1900-teollisuusrobotin markkinoille vuonna 1961. Ensimmäinen robotti asennettiin 1961 General Motorsin autonosia valmistavalle tehtaalte painevalukoneen palve- luun. Autoteollisuudessa alettiin käyttää robotiikkaa yhä enemmän. Japanilainen Kawasaki alkoi valmistaa Japanissa robotteja, joissa käytettiin Unimationin tek- niikkaa. Unimationin valmistamista roboteista kuuluisin, on Victor Sheinmanin 1973 suunnittelema robotti, josta Unimation General Motorsin tuella kehitti vuonna 1977 robottimallin PUMA (lyhenne tulee sanoista Programmable Universal Machine for Assembly tai Programmable Universal Manipulation Arm). Nokia val- misti Puma robotteja 1980-luvulla /4/.

3.2 Teollisuusrobotit nykypäivänä

Teollisuusrobotti on yleiskäyttöinen uudelleen ohjelmoitava laite. Robotin käsivar- teen voidaan asentaa tarttuvia, mittareita, tunnistimia, hitsauslaitteistoa ja monia eri- laisia työkaluja. Uudelleen ohjelmoitavuus tekee teollisuusrobotista tehokkaan. Kun tuotanto muuttuu, voidaan robotin ohjelma muuntaa nopeasti uuden tehtävän tarpeita vastaavaksi. Autoteollisuus on vuosikymmenien saatossa pyrkinyt automa- tisoimaan robottien avulla täysin tuotantonsa. Robotiikka on kehittynyt ensimmäi- sistä kehitetyistä roboteista huomasti. Robotiikka menee vuosi vuodelta eteenpäin, uusien innovaatioiden ja järjestelmien tullessa markkinoille. Yrityksiä kiinnostaa automatisointi robottien avulla, jolloin henkilötyövoimaa voidaan valjastaa muihin tehtäviin. /5/.

3.3 Solussa käytettävät robotit, johon työssä perehdytään

Robottisolussa, josta opinnäytetyö tehtiin, on käytössä kaksi Fanuc M-710ic -nivelsiirrobottia. Robotti 1. (poimintarobotti) poimii lavasta aihioita ja nostaa kuljettimelle, jolloin kuljetin vie ahiot kuljettimen toiseen päähän. Kone näkö kuvaa aihion ja antaa tiedot robotille 2.(särmäysrobotti) paikoitustiedon saatuaan särmäysrobotti vie aihion särmäyspuristimelle (Coastone 3000). Robottien sijoitukset solun sisällä nähdään kuvasta (**Kuva 2.**)



Kuva 2. Robottien sijoitukset solussa.

3.4 Fanuc M-710ic tekniset tiedot

Kääntyvien akselien määrä: 6

Liikkeentoistotarkkuus (mm): 0,03

Paino (kg): 560

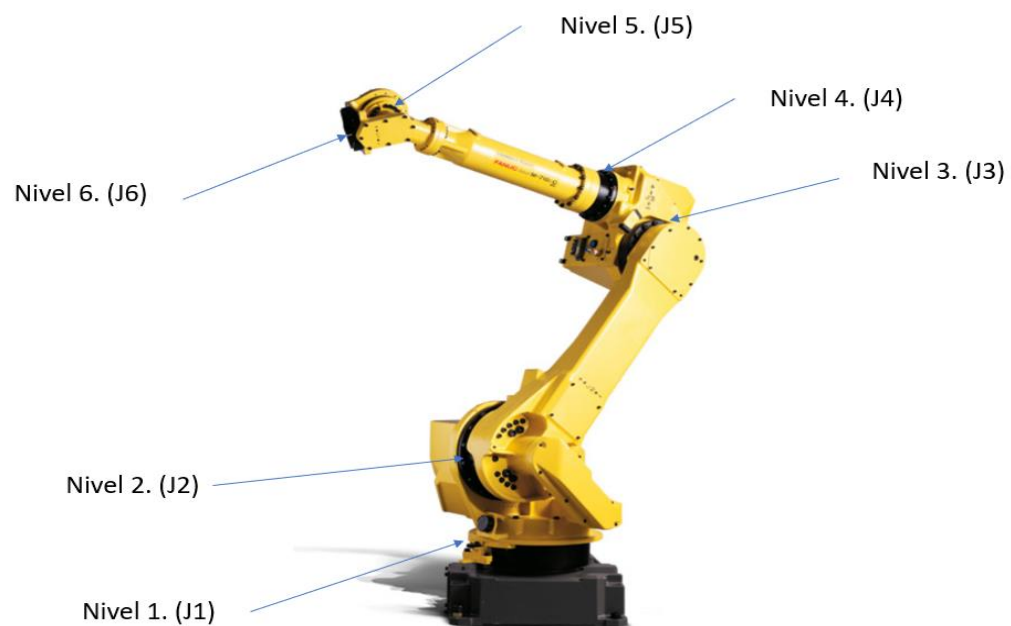
Nostokyky (kg): 50

Ulottuvuus (mm): 2050

Melutaso (dB): 71,3

Liike-alueet (°): J1=360°, J2=225°, J3=440°, J4=720°, J5=250°, J6=720°

Tekniset tiedot ovat peräisin Fanucin internetsivustolta /6/. Kuvasta (**Kuva 3.**) nähdään, missä robottien nivelet sijaitsevat.

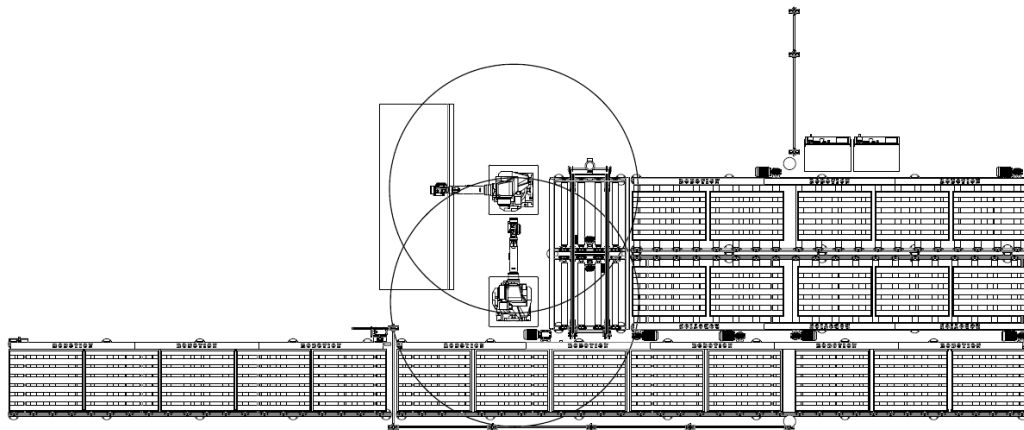


Kuva 3. Robotin nivelien sijainti.

4 LAYOUT-MUUTOKSET

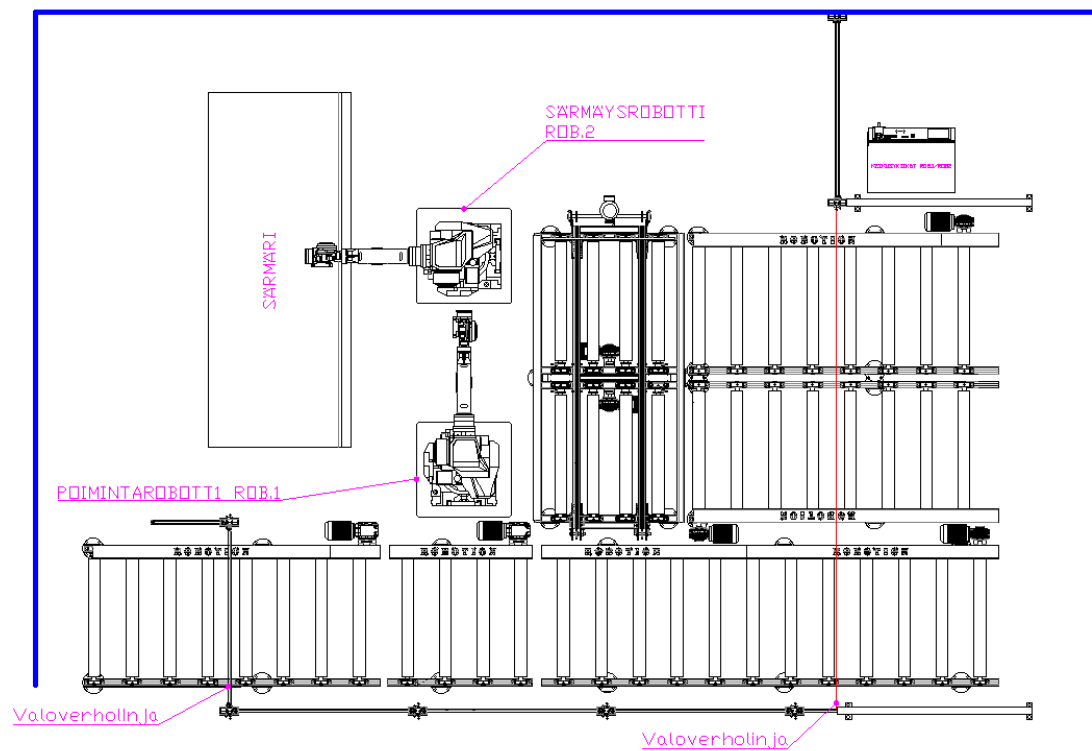
Layoutin tarkoitus on antaa selvä kuva tehtaan linjojen, koneiden tai -konesolujen asettelusta. Layouttiin kuuluu koneiden, varastojen, työkalujen, käytävien ja hyllyjen paikat. Layoutit voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin: solulayoutiin, funktionaaliseen layoutiin ja tuotantolinjamalliseen layoutiin /7/.

Tämä opinnäytetyö käsittelee solulayout-muutoksia. Aluksi kartoitettiin yrityksen robottisolun nykytilanne sekä millainen siitä haluttiin tulevan uusiin tuotantotiloihin. Kävimme esimieheni ja tuotantopäällikön kanssa keskustelun siitä millainen robottisolu palvelisi yrityksen tarpeita parhaiten. Uusiin toimitiloihin tulevasta robottisolusta oli jo suunniteltuna layout, mikä tuli hiukan muuttumaan, kun robottisolu saatiin paikoihinsa uusiin tiloihin. Kuvasta (**Kuva 4.**) nähdään Robottisolun layout vanhoissa toimitiloissa.



Kuva 4. Vanhan hallin robottisolun layout.

Kuvasta (**Kuva 5.**) selviää robottisolun layout uusissa toimitiloissa.



Kuva 5. Uuden hallin robottisolun layout.

4.1 Valmiiden tuotteiden kuljettimien muutokset

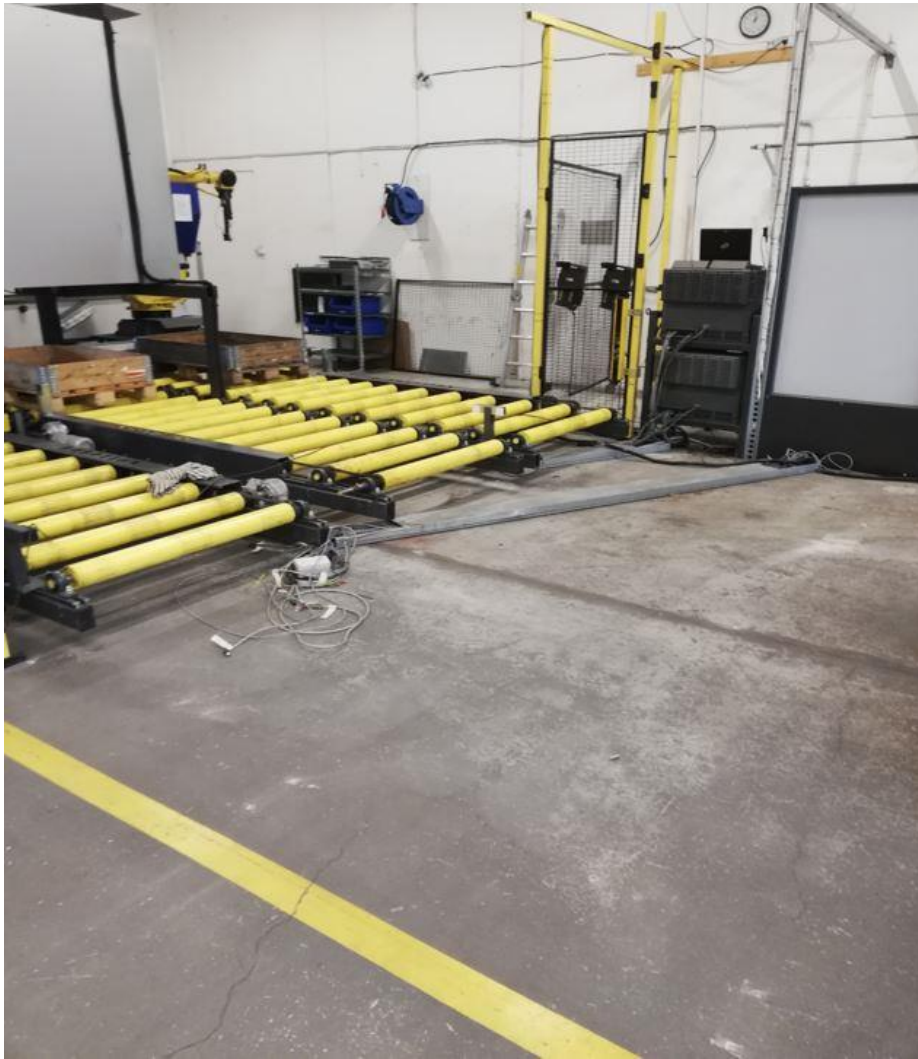
Muutostyöt alkoivat robottisolun rullakuljettimien lyhentämisellä oikeaan mittaan, jotka olivat uuden hallin robottisolun layoutissa määriteltä. (**Kuva 5.**)

Rullakuljettimien lyhentäminen tapahtui kulmahiomakonetta ja puukkosahaa käyttäen. Kuvasta (**Kuva 6.**) selviää rullakuljettimien pituus ennen niiden katkaisua. Kuljettimet ovat ketjuvetoisia, jolloin oli helppo määrittää katkaisukohta.



Kuva 6. Kuljettimet vanhan layoutin mittojen mukaisesti.

Moottorien tulojohdotukset oli toteutettu siten että, johdot kulkivat kuljettimien runkojen sisällä. Myös anturien johdotukset oli pyritty viemään sitä kautta. Ennen katkaisua tulot irrotettiin moottoreilta ja vedettiin pois runkojen sisältä, etteivät johdot vaurioidu katkaisussa. Kuvasta (**Kuva 7.**) alkoi hahmottua uuden layoutin piirteet.



Kuva 7. Kuljettimet uuden layoutin mittojen mukaisesti.

4.2 Aihiolavakuljettimien muutokset

Poimintarobotille vievä aihiolavakuljetin poistettiin kokonaan ja se valjastettiin muuhun käyttöön uusissa toimitiloissa. Poimintarobotilla oleva kahden lavapaikan kuljetin siirrettiin poistetun kuljettimen tilalle, jolloin solun layout muuttui pienemmäksi myös aihiolavojen lastaus päässä. Poimintarobotin kohdalle tehtiin, puretuista kuljettimista yhden aihiolavan kokoinen kuljetin, jolla oli oma moottori. Tällöin pystytään tehostamaan lavansiirtoja, jolloin sekä lastaus että purku onnistuvat yhtä lavaa kerrallaan siirtämällä.

Kuvasta (**Kuva 8.**) nähdään poimintarobotilla olevan yksipaikkaisen aihiolavakuljettimen, sekä kaksipaikkaisen aihiolavakuljettimen sijoitus layout-kuvan mukaisesti.



Kuva 8. Uuden layoutin mittojen mukaisesti toteutetut aihiolavakuljettimet.

5 KULJETTIMIEN ANTURIEN SIOITTAMISEN SUUNNITTELU JA ASENNUS

Anturien sijoittaminen oli merkittävässä roolissa projektissa, kun layoutia muutettiin paljon, täytyi kuljettimet toimia eri tavalla. Täytyi aluksi miettiä kuljettimien toiminta ja tämän jälkeen anturit sijoitettiin oikeille paikoille ja tehtiin ohjelmoitava logiikka, jonka toteutti ATM-Tech Oy.

Logiikkaa suunnitellessa oli otettava huomioon myös turvallisuus, robottisolun tuli täyttää turvallisuusmääräykset.

5.1 Ohjelmoitavan logiikan toimintaperiaate

Rata 1.

Käynnistyy, kun rata kuitattu ja automaatti päälle. R1S1. ei aktiivinen, rata1. eteen. R1S1. aktiivinen rata1, seis.

Rata 2.

Käynnistyy, kun R2S1. ei aktiivinen ja R1S1. aktiivinen, niin rata1 eteen, kun lava tyhjä, niin rata3, rata2, ja rata1 eteen. Rata3 viive 1s ennen. R2S1 aktiivinen rata2 seis.

Rata 3.

Rata3 seis, kun R3S1. ei enää aktiivinen. Näytöltä painaessa, tyhjät lavat pois, niin rata3 eteen, kunnes R3S2 aktiivinen.

Rata 4.

Radan kuitaus ja automaatti päälle, jos R4S1 ei aktiivinen, niin rata4 eteen.

Rata 5.

Rata5 eteen, jos R5S1 ei aktiivinen ja R4S1 aktiivinen rata4 eteen

Sivusiirto.

Ketju ylös, Sivusiirto päälle, jos R6S1 ei aktiivinen

Rata 6.

Lava täysi, niin rata6, rata7 eteen. rata6 viive 1s. ennen, jos R7S2 ei aktiivinen

Rata 7.

Rata7 eteen, kunnes R7S1 ei enää aktiivinen. Näytöltä painaessa, valmiit lavat pois, niin rata7 eteen, kunnes R7S2 aktiivinen.

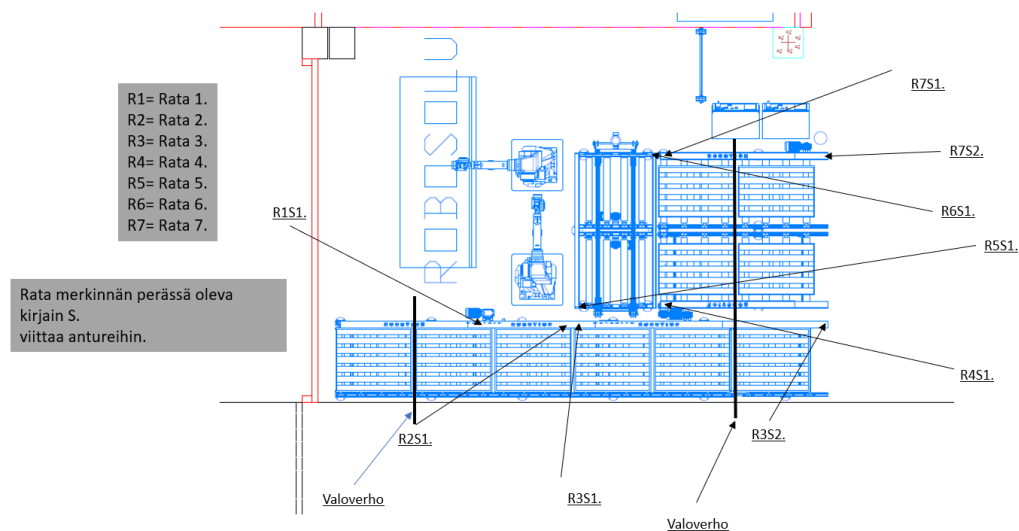
Robotti pystyy tekemään kuljettimille miehittämättömänä kolme lavaa valmiiksi ennen kuin pysähtyy. Kuljettimia pystyy myös ajamaan käsikäytöllä, jolloin lavoja voi siirtää eteenpäin kuljettimilla mielivaltaisesti ongelmatilanteiden syntyessä.

Valoverhojen mykistys tapahtuu aina, kun joku kuljettimista lähtee pyörimään. Valoverhon mykistyksellä tarkoitetaan, valoverhon pois kytkemistä hetkellisesti. Tällöin lavoja pystytään siirtämään solusta ulos ja sisään ilman automaattikäytön katkeamista.

Valoverhojen toiminta on projektissa isossa roolissa. Valoverhojen täytyi toimia oikein, jolloin voitiin olla varmoja robottisolun turvallisuudesta.

5.2 Anturien paikoitus layout-kuvassa

Logiikkaohjelman toimintaperiaatteen ymmärtämiseksi, layout-kuvaan merkattu anturit ja valoverholinjat. Kuvasta (**Kuva 9.**) nähdään kuljettimet, anturit, sekä valoverhojen paikoitus.



Kuva 9. Anturien ja valoverhojen paikoitus uudessa layout-kuvassa.

5.3 Antureiden ohjaus

Ohjelmoitavia logiikkoja muutettiin mahdollisimman vähän, jolloin ohjaus pysyisi samanlaisena. Anturien ohjauksia poistettiin ohjelmasta, koska fyysisesti robottisolun pieneni lähes 50 prosenttia. Tällöin vanhojen antureiden ohjaukset olisivat häirinneet uudessa ohjelmassa.

Kuvasta (**Kuva 10.**) selviää antureiden ohjauksien alkuperäiset symbolit vanhan layoutin mukaisesti.

N1_S1_Y	BOOL	0.10	Main R... In	Nostokuljetin ylhäällä
N1_S2_A	BOOL	0.11	Main R... In	Nostokuljetin alhaalla
R9_S1_A	BOOL	0.12	Main R... In	Kuljettimnen 9 alku t...
R9_S2_P	BOOL	0.13	Main R... In	Kuljettimnen 9 pääty ...
R10_S1_A	BOOL	0.14	Main R... In	Kuljettimnen 10 alkut...
R10_S2_P	BOOL	0.15	Main R... In	Kuljettimnen 10 päät...
R1_S1_A	BOOL	1.00	Main R... In	Kuljettimen 1 alku tu...
R1_S2_P	BOOL	1.01	Main R... In	Kuljettimen 1 päätyt...
R2_S1_A	BOOL	1.02	Main R... In	Kuljettimen 2 alku tu...
R2_S2_K	BOOL	1.03	Main R... In	Kuljettimen 2 keski t...
R2_S3_P	BOOL	1.04	Main R... In	Kuljettimen 2 pääty t...
R3_S1_A	BOOL	1.05	Main R... In	Kuljettimen 3 alku tu...
R3_S2_P	BOOL	1.06	Main R... In	Kuljettimen 3 pääty t...
R4_S1_A	BOOL	1.07	Main R... In	Kuljettimen 4 alku tu...
R4_S2_P	BOOL	1.08	Main R... In	Kuljettimen 4 pääty t...
R5_S1_A	BOOL	1.09	Main R... In	Kuljettimen 5 alku tu...
R5_S2_K	BOOL	1.10	Main R... In	Kuljettimen 5 keski t...
R5_S3_P	BOOL	1.11	Main R... In	Kuljettimen 5 pääty t...
R6_S1_A	BOOL	1.12	Main R... In	Kuljettimen 6 alku tu...
R6_S2_P	BOOL	1.13	Main R... In	Kuljettimnen 6 päätyt...
R7_S1_A	BOOL	1.14	Main R... In	Nostokuljettimnen 7 l...
R8_S1_A	BOOL	1.15	Main R... In	Nostokuljettimnen 8 l...

Kuva 10. Antureiden ohjaussymbolit vanhan layoutin mukaisesti.

Muutoksien jälkeen antureiden määrä väheni, jolloin myös symboleita ohjelmaan tuli vähemmän. Kuvasta (**Kuva 11.**) selviää antureiden määrä nykyisen layoutin mukaisesti.

N1_S1_Y	BOOL	0.10	Main R... In	Nostokuljetin ylhäällä
N1_S2_A	BOOL	0.11	Main R... In	Nostokuljetin alhaalla
R7_S1_A	BOOL	0.12	Main R... In	Kuljettimnen 7 alku t...
R7_S2_P	BOOL	0.15	Main R... In	Kuljettimnen 10 päät...
R1_S1_P	BOOL	1.01	Main R... In	Kuljettimen 1 päätyt...
R2_S1_A	BOOL	1.02	Main R... In	RATA 2 ALKU
R2_S2_P	BOOL	1.04	Main R... In	Kuljettimen 2 pääty t...
R3_S1_A	BOOL	1.05	Main R... In	Kuljettimen 3 alku tu...
R3_S2_P	BOOL	1.08	Main R... In	Kuljettimen 3 pääty t...
R4_S1_P	BOOL	1.10	Main R... In	Kuljettimen 4 PÄÄTY...
R5_S1_A	BOOL	1.14	Main R... In	Nostokuljettimnen 5 l...
R6_S1_A	BOOL	1.15	Main R... In	Nostokuljettimnen 6 l...

Kuva 11. Antureiden ohjaussymbolit uuden layoutin mukaisesti.

5.4 Moottoreiden ohjaus

Ohjelmia muutettiin mahdollisimman vähän, jolloin ohjaus pysyisi samanlaisena. Moottoreiden ohjauksia poistettiin ohjelmasta, koska fyysisesti robottisolu pieneni

lähes puolella. Tällöin vanhojen moottorien ohjaukset olisivat häirinneet uudessa ohjelmoitavassa logiikassa.

Kuvista (**Kuva 12.**) ja (**Kuva 13.**) selviää moottoreiden ohjauksien symbolit alkuperäisen layoutin mukaisesti.

Kuljetin3_Eteen	BOOL	5.00	Main R... Out	Kuljettimen 3 ohjaus ...
Kuljetin4_Eteen	BOOL	5.01	Main R... Out	Kuljettimen 4 ohjaus ...
Kuljetin6_Eteen	BOOL	5.02	Main R... Out	Kuljettimen 6 ohjaus ...
Kuljetin7_Eteen	BOOL	5.03	Main R... Out	Kuljettimen 7 ohjaus ...
Kuljetin8_Eteen	BOOL	5.04	Main R... Out	Kuljettimen 8 ohjaus ...
Kuljetin10_Ete...	BOOL	5.05	Main R... Out	Kuljettimen 10 ohjau...
Kamera_Valot	BOOL	5.06	Main R... Out	Valot päälle
Kuljetin12_Ete...	BOOL	5.07	Main R... Out	Kuljettimen 12 ohjau...
Kuljetin1_Eteen	BOOL	5.08	Main R... Out	Kuljettimen 1 ohjaus ...
Kuljetin1_Taak...	BOOL	5.09	Main R... Out	Kuljettimen 1 ohjaus ...

Kuva 12. Moottoreiden ohjaussymbolit alkuperäisen layoutin mukaisesti.

Kuljetin2_Eteen	BOOL	5.10	Main R... Out	Kuljettimen 2 ohjaus ...
Kuljetin2_Taak...	BOOL	5.11	Main R... Out	Kuljetin 2 taakse ohj...
Kuljetin9_Eteen	BOOL	5.12	Main R... Out	Kuljetin 9 ohjaus eteen
Kuljetin9_Taak...	BOOL	5.13	Main R... Out	Kuljetin 9 ohjaus taa...
Kuljetin5_Eteen	BOOL	5.14	Main R... Out	Kuljettimen 5 ohjaus ...
Kuljetin5_Taak...	BOOL	5.15	Main R... Out	Kuljetin 5 ohjaus taa...

Kuva 13. Moottoreiden ohjaussymbolit alkuperäisen layoutin mukaisesti.

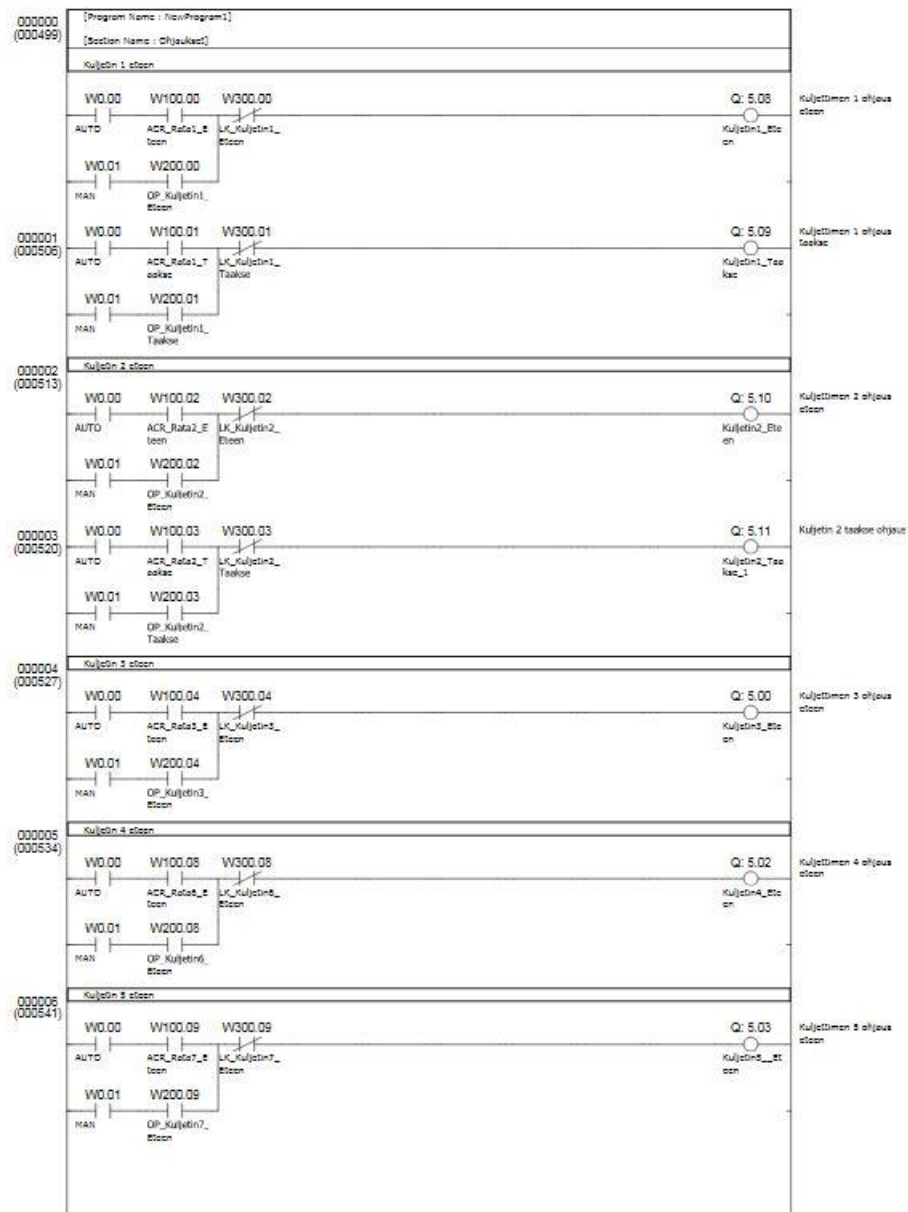
Muutoksien jälkeen moottoreiden määrä väheni, jolloin myös symboleita ohjelmaan tuli vähemmän. Kuvasta (**Kuva 14.**) selviää moottoreiden määrä nykyisen layoutin mukaisesti.

Kuljetin3_Eteen	BOOL	5.00	Main R... Out	Kuljettimen 3 ohjaus ...
Kuljetin4_Eteen	BOOL	5.02	Main R... Out	Kuljettimen 4 ohjaus ...
Kuljetin5_Ete...	BOOL	5.03	Main R... Out	Kuljettimen 5 ohjaus ...
Kuljetin6_Eteen	BOOL	5.04	Main R... Out	Kuljettimen 6 ohjaus ...
Kamera_Valot	BOOL	5.06	Main R... Out	Valot päälle
Kuljetin8_Eteen	BOOL	5.07	Main R... Out	Kuljettimen 8 ohjaus ...
Kuljetin1_Eteen	BOOL	5.08	Main R... Out	Kuljettimen 1 ohjaus ...
Kuljetin1_Taak...	BOOL	5.09	Main R... Out	Kuljettimen 1 ohjaus ...
Kuljetin2_Eteen	BOOL	5.10	Main R... Out	Kuljettimen 2 ohjaus ...
Kuljetin2_Taak...	BOOL	5.11	Main R... Out	Kuljetin 2 taakse ohj...
Kuljetin7_Eteen	BOOL	5.12	Main R... Out	Kuljetin 7 ohjaus eteen
Kuljetin7_Taak...	BOOL	5.13	Main R... Out	Kuljetin 7 ohjaus taa...

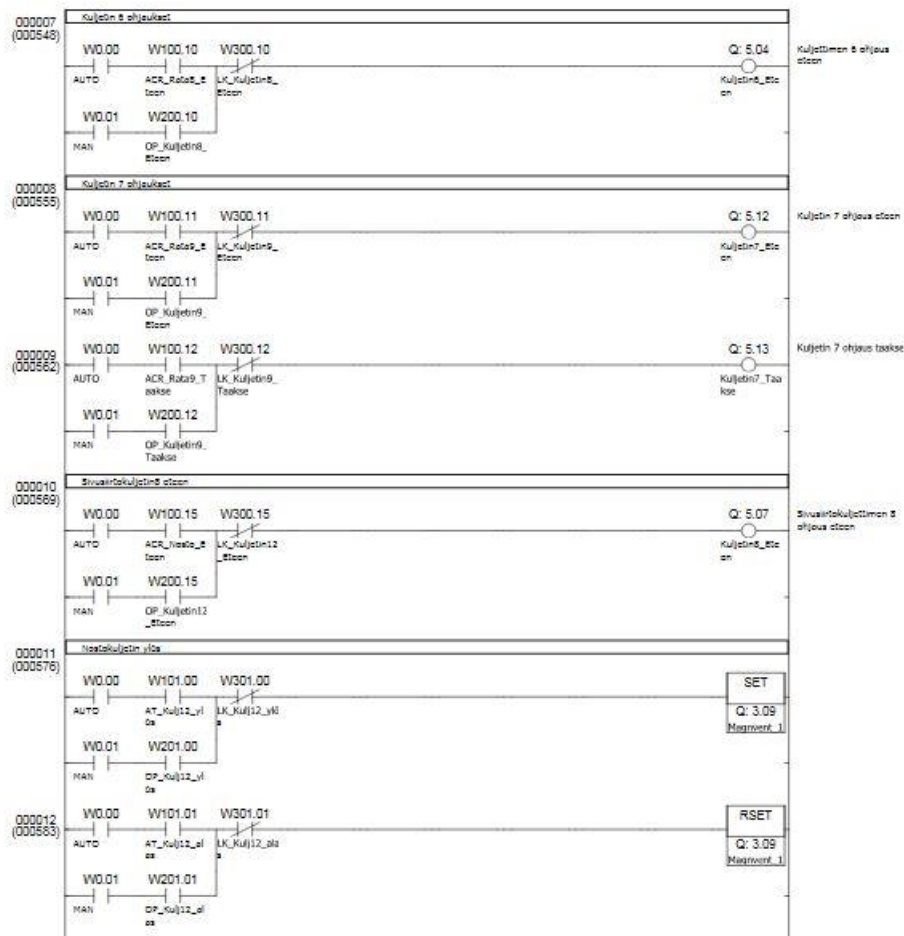
Kuva 14. Moottoreiden ohjaussymbolit uuden layoutin mukaisesti.

5.5 Ohjelmoitavan logiikan muutokset

Ohjelman muutokset olivat vähäisiä ja pystyimme hyödyntämään, jo olemassa olevaa ohjelmaa hyvin. Kuvista (**Kuva15.**) ja (**Kuva 16.**) havainnekuva uudesta ohjelmoitavasta logiikasta.



Kuva 15. Uusi ohjelmoitava logiikka.



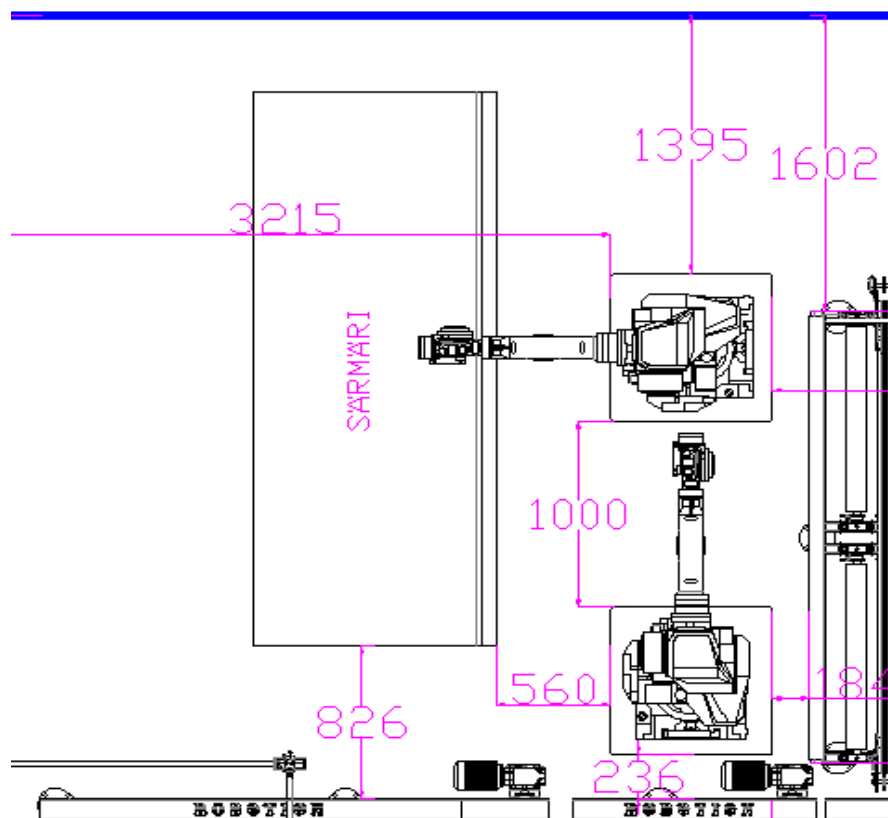
Kuva 16. Uusi ohjelmoitava logiikka.

6 ROBOTTISOLUN PAIKOITUS UUSISSA TOIMITILOISSA

Robotit paikoitettiin soluun ensimmäisenä. Seuraavaksi tuotiin radat ja kuljettimet. Viimeisenä soluun paikoitettiin särmäyspuristin. Kaikki solussa olevat laitteet paikoitettiin layout-kuvan mukaisesti.

6.1 Robottien paikoitus

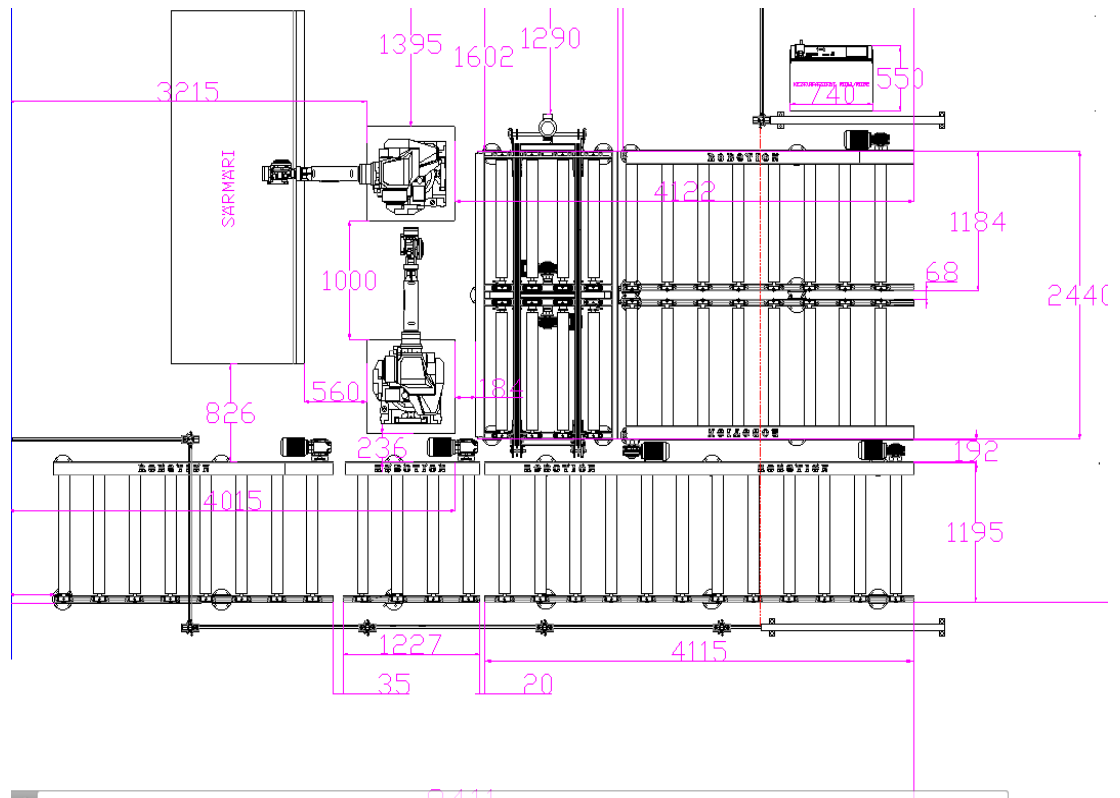
Robottien paikoitus selviää parhaiten layout-kuvasta. Kuvasta (**Kuva 17.**) selviää tarvittavat perusmitat robottien paikoitukseen.



Kuva 17. Robottien paikoitukset.

6.2 Kuljetinratojen paikoitukset

Robottien paikoituksien jälkeen, paikoitettiin kuljetinradat. Layout-kuvasta (**Kuva 18.**) pystyttiin ottamaan tärkeimmät mitat ja paikoittaa niiden mukaan.



Kuva 18. Kuljetinratojen paikoitus.

7 KAMERATELINEEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Robottisolun muutoksissa purettiin solusta paljon pois ylimääräisiä osia, joita ei tarvittu enää uusissa toimitiloissa. Tällöin tuli tarve suunnitella uusi teline koneenölle. Suunnittelussa käytin NX10-mallinnusohjelmaa.

7.1 Käytettävät materiaalit

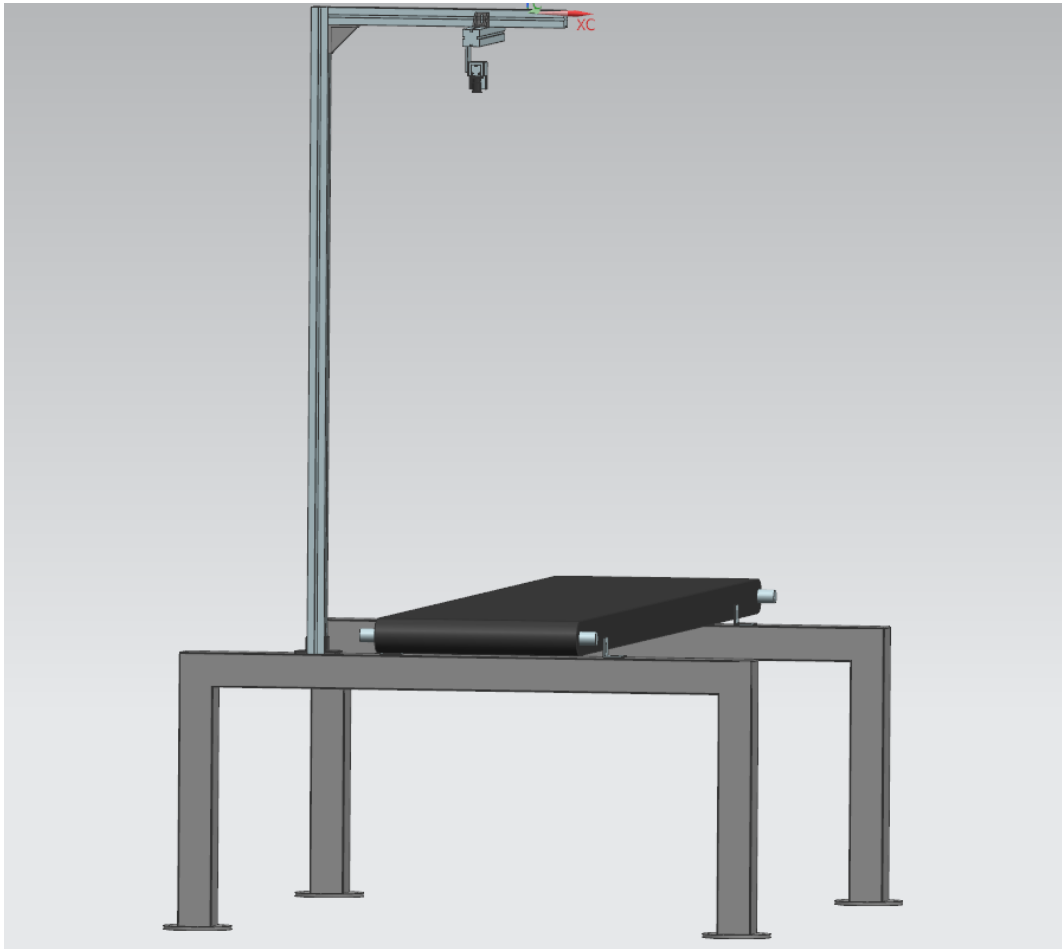
Parhaaksi vaihtoehdoksi valikoitui 43x43 alumiiniprofiili ja sille sopivat kiinnikkeet ja kulmaraudat, jotka toimittivat Conlink Oy Lapualta. Alumiiniprofiili oli mielestäni paras vaihtoehto, sen helpon työstettävyyden ja kuitenkin riittävän tukevuuden ansiosta.

7.2 Kameratelineen sijoittaminen solussa

Kamerateline sijoitettiin kiinteästi pulttikiinnityksellä kuljettimen runkoon, joka tuo aihioita poimintarobotilta särmäysrobotille kuvattavaksi. Kuljettimen runko oli paras mahdollinen paikka sijoittaa teline, koska lattia pinta-alaa solun sisällä on hyvin vähän, johtuen rullakuljettimien sijoituksista.

7.3 Mallinnuskuva telineestä ja paikoituksesta

Alla olevasta Kuvasta (**Kuva 19.**) nähdään telineen 3d-malli. Kuvasta selviää telineen paikoitus ahiokuljettimeen nähden.



Kuva 19. Kameratelineen paikoitus.

8 OHJELMOITAVAN LOGIIKAN TESTIAJO ROBOTTI-SOLUSSA

Ohjelmoitavan logiikan testiajo oli suoritettava, kun solun mekaaniset muutokset oli tehty, anturit ja valoverhot sijoitettu oikeisiin paikkoihin. Ohjelman toteutti ATM-Tech Oy. Ajatuksena oli tehdä muokkaukset, jo olemassa olevaan ohjelmaan, siksi oli tärkeää sijoittaa anturit ja valoverhot järkevästi solun sisälle. Valoverhojen mykistys aktivoitui aina, kun radat pyörivät. Lavojen pysäytykset pyrittiin tekemään myös samoilla antureilla, jotka olivat vanhassakin ohjelmassa.

8.1 Testiajo

Testiajo toteutettiin yrityksen uusissa toimitiloissa. Ohjelmoitavan logiikan toimintaperiaate käytiin ohjelmoijan kanssa yhdessä läpi. Testiajo ja ohjelman muutokset tehtiin vaihe vaiheelta jokaisen kuljettimen kohdalla.

8.2 Testiajon yhteenveto

Ohjelmaan oli tehtävä muutoksia, vaikka antureiden sijoitus pyrittiin suunnittelemaan huolellisesti. Ratojen ajoitukset tuottivat hiukan ongelmia, kun robottisolun muutokset layoutissa olivat suuria. Antureiden viiveitä ja nimeämisiä piti muuttaa. Päädyimme tekemään uuden ohjelman, jolloin ratojen toiminta selkeytyi huomattavasti, kun poistettujen antureiden ja ratojen nimet eivät enää esiintyneet ohjelmassa. Testiajo onnistui hyvin ja tehdyt ohjelmamuutokset olivat vähäisiä.

9 ROBOTTISOLUN PARANNUSEHDOTUKSET

Robottisolussa on tehty muuton yhteydessä paljon muutoksia, jolloin tulee tarve miettiä parannusehdotuksia tulevaisuutta varten. Parannusehdotuksilla pystytään parantamaan robottisolun suorituskykyä entisestään.

9.1 Robotin tarttujen muutokset

Robottien tarttumat ovat alun perin suunniteltu palvelemaan yhdeksää eri tuotetta. Haasteita on tuonut tuotteiden suuri kokoero. Muutoksien jälkeen robottisolu valmistaa kahta eri tuotetta, jotka ovat koko luokaltaan hyvin samanlaisia, tällöin tarttujen uudelleen suunnittelu olisi suotavaa. Poimintarobotin ja särmäysrobotin tarttumat toimivat magneettien avulla. Särmäysrobotissa käytetään kahta sähkömagneettia ja poimintarobotissa on voimakas mekaaninen magneetti. Mielestäni tarttumuissa on liian paljon liikkuvia osia, jotka voivat rikkoutua helposti. Uudet tarttumat voisi tehdä kevyemmästä materiaalista, koska nykyään tehtävät tuotteet ovat kooltaan ja painoltaan paljon pienempiä. Tarttumuissa on myös paljon antureita, mistä pitäisi päästä eroon, koska anturit vaurioituvat helposti ja tällöin koneen käyttöaste laskee. Uusien tarttujen suunnittelu on haasteellista, joten tällöin täytyisi olla yhteydessä yritykseen, joka on erikoistunut tarttujen suunnitteluun.

9.2 Aihiokuljettimen muutokset

Kuljetin, joka tuo aihioita poimintarobotilta särmäysrobotille vaatisi hiukan muutoksia myös. Kuljettimen mattomateriaali on helposti rikkoutuvaa kumiseosta, tällöin tulisi tarve miettiä kestävämpää vaihtoehtoa, joka kestäisi paremmin. Uskon, että suomestakin löytyy valmistajia, jotka valmistavat mattoja kestävämmästä materiaalista. Kumiseos matto halkeaa helposti pituussuunnassa, jos aihio jää puristuksiin maton ja kuljettimen rungon väliin.

9.3 Ohjelmamuutokset

Molemmissa roboteissa on ohjelmissa paljon ylimääräistä, johtuen muutoksista. Robottisolua on kehitetty matkan varrella koko ajan ja alkuperäiset ohjelmat ovat muuttuneet paljon. Jokainen ohjelma täytyy käydä läpi tarkasti ja poistaa ylimääräiset rivit. Ohjelmissa on paljon odotuksia, jotka hidastavat työkertoa ja tällöin myös laskevat solun suorituskykyä. Robottien liikenopeuksia pystyy nostamaan vielä jonkin verran, kuitenkin niissä rajoissa, että kappale pysyy tarttujissa kiinni. Uskon yhden tuotteen työkierron nopeutuvan kolmella sekunnilla muutoksien jälkeen. Ohjelmamuutokset tehdään oman henkilökunnan avulla ja tukea saa helposti solun toimittaneelta yritykseltä.

9.4 Pohdintaa

Näillä parannusehdotuksilla ja muutoksilla solun suorituskyky paranee huomattavasti. Solu olisi tärkeää saada toimimaan varmasti miehittämättömänä ilman ylimääräisiä pysähdyksiä, jotka laskevat suorituskykyä ja käyttöastetta välittömästi. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että ylläolevat ehdotukset ovat kalliita toteuttaa ja tällöin laskennat täytyy tehdä tarkasti huomatakseen, onko muutoksista riittävä hyöty solun tuottavuuden kannalta. Kehitystyö on kuitenkin tärkeää ja koneenkäyttäjät helposti huomaavat asioita solun sisällä, mitä voisi parantaa ja kehittää.

10 OPINNÄYTETYÖN YHTEENVETO

Työssä oli tavoitteena suunnitella robottisolun layout-muutos. Robottisolua oli muutettava pienemmäksi, jolloin se palvelisi yrityksen tarpeita paremmin tulevaisuudessa. Työlle löytyi sopiva ajankohta, kun työntilaaja muutti uusiin toimitiloihin Kauhavalle. Aloituspalaverin jälkeen aloitin suunnittelemisen ja rullaratojen mekaaniset muutokset. Projektia oli helppo viedä eteenpäin, kun tiesin mitä piti tehdä ja olin suunnittelut layoutin valmiiksi. Rullaratojen muutoksiin käytettävät työkalut olivat ennestään tuttuja, jolloin tämä helpotti mekaanisien muutoksien toteuttamista. Mekaanisien muutoksien jälkeen aloitin solun purkutyöt. Purkutyöt eteni vaihe vaiheelta, suunnitelman mukaisesti. Purettuani tietyn osan solusta merkkasin sen ja otin paljon kuvia, joka auttoi huomattavasti, kun solua uudelleen sijoitettiin uusiin toimitiloihin. Purkutöiden ja merkkaamisen jälkeen kaikki robottisolun osat kuljetettiin Kauhavalle uusiin toimitiloihin.

Robotit sijoitettiin soluun ensimmäisenä. Rullakuljettimet ja muut solun osat rakennettiin robotin ympärille, jolloin mittasuhteet pysyivät oikeina. Robotin ja särmäyspuristimen mittasuhteet toisiinsa olivat erityisen tärkeitä. Tarkoilla mitoilla säästettiin mahdollisimman vähillä robottien ohjelmamuutoksilla.

Koneiden ja rullaratojen ollessa layoutissa määritellyillä paikoilla, alkoi logiikkaohjelmien muutoksien tekeminen ja testaaminen. Ohjelmien muutoksiin ja testauksiin kulutettiin paljon aikaa. Logiikan täytyi toimia oikein, että solua voitaisiin käyttää miehittämättömänä.

Robottisolussa oli myös konenäkö, mikä täytyi kalibroida ja säätää. Kalibroinnin suoritti Robotion Oy, jolta robottisolu on alun perin tilattu. Suunnittelin itse uuden kameratelineen konenäkölle, käyttäen NX10-mallinnusohjelmaa.

Kokonaisuudessaan työ onnistui mielestäni hyvin. Sain tehdä paljon päätöksiä itse, sekä vaikuttaa solun suunnitteluun. Työ antoi paljon arvokasta oppia tulevaisuutta varten. Ennen projektin aloittamista ei ollut juurikaan kokemusta tällaisen projektin viemisestä maaliin. Yllätyin siitä, kuinka paljon on otettava huomioon työn eri vaiheissa. Sain myös paljon kokemusta, kuinka tällaisia projekteja hoidetaan ja kuinka

paljon yksityiskohtia ja pieniä asioita suunnittelutyössä ja käytännön toteutuksessa on mietittävä.

Projekti oli todella mielekäs, kun sain suunnitella ja toteuttaa suunnitelmani sitten käytännössä. Arvokasta kokemusta toi myös työskentely eri sidosryhmien kanssa.

Kiitokset työn tilaajalle, jolta sain vapaat kädet ja täyden luottamuksen liittyen projektiin. Projektin aikana sain riittävästi palautetta ja tukea työhön liittyen työn tilaajalta.

LÄHTEET

/1/. Piristeel Oy internetsivusto. 2019. Viitattu 8.8.2019. [https:// www.piristeel.fi](https://www.piristeel.fi)

/2/. Piristeel Oy internetsivusto. 2019. Viitattu 8.8.2019. [https:// www.piristeel.fi/yksityisille](https://www.piristeel.fi/yksityisille)

/3/. Elina Kaakkinen. Yrityskaupat. Viitattu 15.8.2019. [http:// www.yle.fi/uutiset/3-10654732](http://www.yle.fi/uutiset/3-10654732)

/4/. Wikipedia. Teollisuusrobottien historia. Viitattu 16.8.2019. <http://www.fi.wikipedia.org/wiki/Teollisuusrobotti>

/5/. Jukka Tulonen. Karelia-ammattikorkeakoulu. Teollisuusrobotti. Viitattu 16.8.2019. <http://www.tki-infrat-joensuu.fi/laitteet/tuotekehitys-ja-mallinnus/teollisuusrobotti/>

/6/. Fanuc internetsivusto. 2019. Datasheet. Viitattu 18.8.2019 <http://www.fanuc.eu/datasheet>

/7/. Haverila ym. 2005, 475. Layout-tyypit. Viitattu 22.8.2019.